

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-098481

(43)Date of publication of application : 12.04.1996

(51)Int.Cl.

H02K 21/04

(21)Application number : 06-212701

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 06.09.1994

(72)Inventor : HAYASHI SEIJI  
UMEDA ATSUSHI  
KUSASE ARATA

(30)Priority

Priority number : 05297974  
06175561Priority date : 29.11.1993  
27.07.1994

Priority country : JP

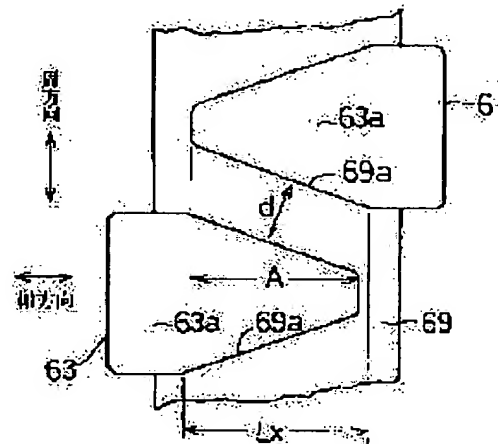
JP

## (54) AC GENERATOR FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an AC generator for vehicle in which the magnet type field core(i.e. a claw pole field core provided with a permanent magnet in the gap thereof) has a ratio of the number of claw poles/outside diameter for allowing generation of high output current.

CONSTITUTION: A permanent magnet 69, disposed in the gap between claw poles 63, 63 contiguous in the circumferential direction, reduces the flux induced from a field coil and leaking into the gap. When a remnant magnetic flux density of 0.25 Tesla or above is previously imparted, in the direction for reducing the leakage flux, to the permanent magnet covering 60% or more of the side face at the pawl part, a high output current can be obtained when the ratio between the number of poles and the outside diameter of a field core 6 is set in the range of  $1.6-2.0 \times 10^{-1}(1/\text{mm})$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	28.07.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	27.02.2001
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3239630
[Date of registration]	12.10.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2001-04917
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	29.03.2001
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-98481

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 2 K 21/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-212701

(22) 出願日 平成6年(1994)9月6日

(31) 優先権主張番号 特願平5-297974

(32) 優先日 平5(1993)11月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平6-175561

(32) 優先日 平6(1994)7月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 林 誠司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 梅田 敦司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 草瀬 新

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

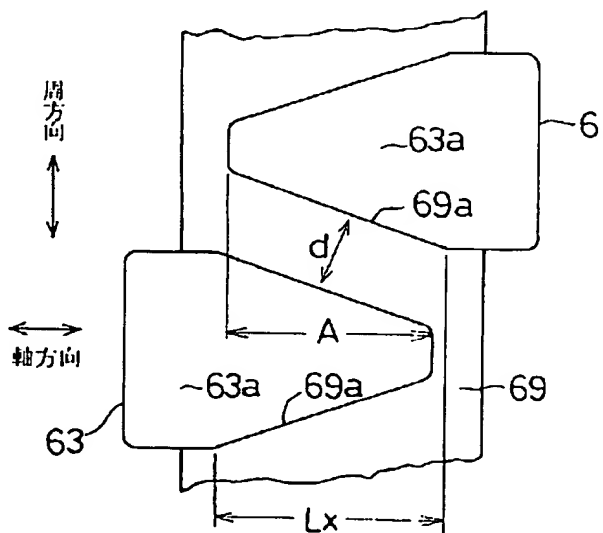
(74) 代理人 弁理士 碓氷 裕彦

(54) 【発明の名称】 車両用交流発電機

(57) 【要約】

【目的】 磁石型界磁鉄心（すなわち爪形磁極付きの界磁鉄心で爪形磁極間の空隙に永久磁石が介設されたもの）において、大きな出力電流を発生することが可能な爪形磁極数P／外径Dの比率を有する車両用交流発電機を提供する。

【構成】 両発明の車両用交流発電機において、周方向に隣接する爪形磁極63、63間の空隙に介設される永久磁石69は、界磁コイル7により形成されて前記空隙に漏洩する漏れ磁束を低減する。爪部63の側面の60%以上を囲覆する永久磁石に予め漏れ磁束を低減する方向に0.25テスラ以上の残留磁束密度を与える場合、界磁鉄心6の極数／界磁鉄心の外径の比率が、 $1.6 \sim 2.0 \times 10^{-1}$  ( $1/\text{mm}$ ) の範囲内にて、大きな出力電流が得られた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハウジングと、該ハウジングに回転自在に嵌挿される駆動軸と、前記ハウジングの内周面に支持される円筒状の電機子鉄心と、該電機子鉄心に巻装される電機子コイルと、前記駆動軸に嵌着される爪形磁極付きの界磁鉄心と、前記界磁鉄心に巻装される界磁コイルと、前記爪形磁極の側面間に介設されて前記各爪形磁極間の漏れ磁束を低減すると共に前記電機子鉄心に磁束を鎖交させる永久磁石とを備える界磁回転型回転電機において、

前記永久磁石の残留磁束密度は 0.25 テスラ以上に設定され、かつ、爪形磁極数／界磁鉄心の外径の比率である「極数／外径」比率は、

1.  $6 \sim 2.0 \times 10^{-1}$  (1/mm) の範囲内に設定されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2】 前記界磁鉄心の外径は 80～110 mm、爪形磁極数は 16～20 個の範囲内に設定されている請求項 1 記載の車両用交流発電機。

【請求項 3】 前記永久磁石はフェライト系の焼結磁石からなる請求項 1 または 2 に記載の車両用交流発電機。

【請求項 4】 前記永久磁石の径方向内側面と前記電機子コイルの径方向外側面との間に、放熱用空間が形成されている請求項 1 記載の車両用交流発電機。

【請求項 5】 前記永久磁石は、前記爪型磁極が嵌合する溝部を有するとともに、円筒形状に形成されている請求項 1 記載の車両用交流発電機。

【請求項 6】 前記永久磁石は、樹脂性保持部材中に埋設された状態で前記爪状磁極間に固定されている請求項 1 記載の車両用交流発電機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、爪形磁極付きの界磁鉄心を有する車両用交流発電機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両用交流発電機としては、一般に、駆動軸にランデル型界磁鉄心（爪形磁極付きの界磁鉄心）に界磁コイルを巻装した同期発電機（以下、オルタネータともいう）が多用されている。本出願人の出願になる特開昭 61-85045 号公報は、爪形磁極付きの界磁鉄心の各爪形磁極間の空隙に永久磁石を介設し、この永

久磁石を爪形磁極間の漏れ磁束と反対方向へ磁化して、上記漏れ磁束を低減することを開示している。

【0003】 以下、この形式の爪形磁極付きの界磁鉄心を磁石型界磁鉄心という。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 通常の車両用交流発電機には、出力／重量比すなわち出力／体積比を最大とすることが強く要求されており、そのために、ランデル型の（爪形磁極付きの）界磁鉄心には一定の最適形状が存在する。なお、この界磁鉄心は爪形磁極間に永久磁石を持たないので、以下において無磁石型界磁鉄心とも呼ばれる。

【0005】 一般に、発電機の最大出力  $I$  は、

## 【0006】

$$【数 1】 I = K_o \cdot D^2 \cdot L \cdot B_g \cdot (a \cdot c)$$

で表される。ここで、 $K_o$  は駆動プーリ比や電機子の巻線係数などに依存する定数、 $D^2 \cdot L$  はロータ外径  $D$  とステータコア（電機子鉄心）の積層厚さ（軸方向長さ） $L$  とで決まるエネルギー変換空間容積、 $B_g$  は空隙磁束密度、 $a \cdot c$  は電機子内径部へ印加され得るアンペアコンダクターすなわちアンペア回数／ $\pi D$  ( $A/mm$ ) である。前記  $B_g$  は、発生磁束  $\Phi_B$  のうち有効磁束  $\Phi_g$  の割合すなわち磁気効率  $\eta$  に比例する。また、上記アンペアコンダクター  $a \cdot c$  は電機子巻線の巻数に主に依存しており、極数  $P$  が多いと同一発生電圧を得るのに低巻数でよいことから理解されるように極数  $P$  に比例的である。すなわち、上記出力  $I$  は、

## 【0007】

$$【数 2】 I = K_o' \cdot D^2 \cdot L \cdot \eta \cdot (P/D)$$

と表わされ、体格のほか、磁気効率  $\eta$  と  $(P/D)$  に対して比例的であることが周知である。したがって、上記式から考えると同一体格の場合 ( $D^2 \cdot L$ 、 $D$  一定) には極数  $P$  が多いほど出力向上が期待されることになるが、実際に磁気効率  $\eta$  が低下することが影響し、自ずと最適の極数  $P$  が存在することが定性的、実験的に（図 5「磁石無し」の特性例参照）知られている。

【0008】 本願発明者は上記説明した各パラメータ間が以下の相互関係をもつことを、発見した。すなわち、

## 【0009】

## 【数 3】

## 磁極間起磁力

$$\text{有効磁束 } \Phi_g \propto$$

$$\frac{\text{空隙磁気抵抗} + \text{磁極磁気抵抗}}{\text{磁極間起磁力}}$$

## 【0010】

## 【数 4】

## 界磁起磁力

$$\propto$$

$$\frac{(\text{空隙長} / \text{磁極面積}) + \text{磁極磁気抵抗}}{\text{界磁起磁力}}$$

磁極が飽和していない場合は磁極の磁気抵抗はほとんど無視できるため、

## 【0011】

## 【数 5】

$$=K_1 \cdot \frac{DL \cdot U}{P} \quad \text{【数 6】}$$

ここで、 $K_1$  は界磁起磁力などを含む定数、 $U$  は 1 磁極ピッチにおける磁極弧の締める割合、すなわち磁極占有割合（アークレシオとも呼ばれる）である。

【0012】一方、洩洩磁束  $\Phi_l$  は、  
【0013】

$$\Phi_l \propto \frac{\text{磁極間起磁力}}{\text{磁極間側面間磁気抵抗}}$$

【0014】  
【数 7】

磁極間起磁力

$$\propto \frac{\text{磁極間側面間距離} / \text{磁極側面面積}}$$

【0015】  
【数 8】

$$=K_2 \cdot \frac{PL}{D(1-U)}$$

【0016】したがって、磁気  $\Phi_g$  と  $\Phi_l$  の式から、磁気効率  $\eta = \Phi_g / (\Phi_g + \Phi_l)$  は、

【0017】  
【数 9】

と表される。

$$\eta = \frac{K_1 DLU/P}{K_1 DLU/P + K_2 PL/(D(1-U))}$$

すなわち、まとめると次のようになる。

【0018】

【数 10】

$$\eta = \frac{1}{1 + (K_2/K_1) \cdot (U/(1-U)) \cdot (P/D)^2}$$

ここで磁極形状、空隙長などは磁気騒音や工作上の都合上、概そ一定とすべきことは周知の通りであり、 $U$  は通常 0.6 ~ 0.7 に設定される。従って、まとめると出力電流  $I$  は、

【0019】

【数 11】

$$I = K_3 \cdot D^2 L \cdot \frac{(P/D)}{1 + K \cdot K_2 \cdot (P/D)^2}$$

となる。すなわち、本発明者は、出力電流  $I$  は、 $(P/D)$  を変数とする極大値を有する関数となるとともに、漏洩が少ないとき ( $K_2$  が小) にはその極大値は  $(P/D)$  の大きい方へ移動し、かつその極大値も向上するという原理があることを発見した。ただし、実際には漏れ磁束が減少した分、有効磁束が増加するため、有効磁束により磁極が飽和した点で出力電流は飽和する。従って、極大値は一定の大きさの  $(P/D)$  値以上は移動しない。

【0020】本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、磁石型界磁鉄心（すなわち爪形磁極付きの界磁鉄心で爪形磁極間の空隙に永久磁石が介設されたもの）において、最大出力電流を発生することが可能な爪形磁極数  $P$  / 外径  $D$  の比率を有する車両用交流発電機を提供することを、その目的としている。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の第 1 の構成は、ハウジングと、該ハウジングに回転自在に嵌挿される駆動軸と、前記ハウジングの内周面に支持される円筒状の電機子鉄心と、該電機子鉄心に巻装される電機子コイルと、前記駆動軸に嵌着される爪形磁極付きの界磁鉄心と、前記界磁鉄心に巻装される界磁コイルと、前記爪形磁極の側面間に介設されて前記各爪形磁極間の漏れ磁束を低減すると共に前記電機子鉄心に磁束を鎖交させる永久磁石とを備える界磁回転型回転電機において、前記永久磁石の残留磁束密度は 0.25 テスラ以上に設定され、かつ、爪形磁極数 / 界磁鉄心の外径の比率である「極数 / 外径」比率が、1.6 ~ 2.0  $\times 10^{-1}$  (1/mm) の範囲内に設定されていることを特徴としている。

【0022】ここで、前記永久磁石は、前記磁石無しの場合の爪状磁極間の磁束密度が約 0.1 ~ 0.2 テスラであるのでこれを上まわる 0.25 テスラ以上が得られるように磁化されたフェライト系の焼結磁石が適しており、爪形磁極の周方向の側面のほぼ全面、全数に配設され、磁化方向は界磁コイルにより磁化された爪形磁極間の漏れ磁束を低減する方向である。また、永久磁石の保磁力は所定の磁極間スペースに収まる厚みにおいて界磁コイルによる磁化によりこの永久磁石の磁化方向が反転しないだけの保磁力を有する。

【0023】本発明の第 2 の構成は、上記第 1 の構成に

において更に、前記界磁鉄心の外径が80～110mm、爪形磁極数は16～20個の範囲内に設定されていることを特徴としている。本発明の第3の構成は、上記第1または第2の構成において更に、前記永久磁石がフェライト系の焼結磁石からなることを特徴としている。

【0024】本発明の第4の構成は、上記第1の構成において更に、前記永久磁石の径方向内側面と前記電機子コイルの径方向外側面との間に、放熱用空間が形成されていることを特徴としている。本発明の第5の構成は、上記第1の構成において更に、前記永久磁石が、前記爪型磁極が嵌合する溝部を有するとともに、円筒形状に形成されていることを特徴としている。

【0025】本発明の第6の構成は、上記第1の構成において更に、前記永久磁石が、樹脂性保持部材中に埋設された状態で前記爪状磁極間に固定されていることを特徴としている。

【0026】

【作用】本発明の車両用交流発電機において、周方向に隣接する爪形磁極間の間隙に介設される永久磁石は、界磁コイルにより形成されて前記間隙に漏洩する漏れ磁束を低減する。すなわち、上記した原理により爪形磁極の側面に磁石を介設すれば、永久磁石を介設しない場合に比べて漏れ磁束Φ<sub>L</sub>が減少できるので、その分、出力が増加できるはずである。

【0027】そこで、爪形磁極数/界磁鉄心の外径の比率である極数/外径比率は、永久磁石が無い場合において最高出力が得られる無磁石最高出力条件下の極数/外径比率より大きくなる範囲まで、爪形磁極数Pを増設した。実験結果によれば、図5に示すように上記永久磁石の介設をしたものでは磁石のない従来の場合と全く異なり、極大値が移動し、永久磁石の残留磁束密度が0.25テスラ以上において、P/Dの適切な範囲が0.16～0.2の範囲となり、その極大値も上記従来の場合より一層大きくなることが確かめられ、前記の理論が実証されることを発見した。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、爪形磁極間への永久磁石の介設による漏れ磁束の低減に合わせて、無磁石型界磁鉄心よりも極数/外径比率を大きく設定し、永久磁石の残留磁束密度が0.25テスラ以上において、 $1.6 \sim 2.0 \times 10^{-1}$  (1/mm)と設定したので、従来の無磁石型界磁鉄心を採用する車両用交流発電機よりも出力増加を実現できるのみならず、永久磁石を介設した磁石型界磁鉄心を採用する車両用交流発電機においても優れた出力向上効果を実現することができた。

【0029】本発明の第4の構成は、上記第1の構成において更に、前記永久磁石の径方向内側面と前記電機子コイルの径方向外側面との間に、放熱用空間が形成されているので、冷却性に優れる。本発明の第5の構成は、

上記第1の構成において更に、前記永久磁石が、前記爪型磁極が嵌合する溝部を有するとともに、円筒形状に形成されているので、永久磁石と爪形磁極との結合性が向上する。

【0030】本発明の第6の構成は、上記第1の構成において更に、前記永久磁石が、樹脂性保持部材中に埋設された状態で前記爪状磁極間に固定されているので、ロータ製造時に永久磁石組付けが容易となり、かつ、異物混入時に磁石を保護するという効果を奏する。

【0031】

【実施例】本発明の界磁回転型回転電機の一実施例を図1に示す。この発電機は、車両のエンジンルーム内での車両用エンジン（図示せず）前面に配装された三相交流発電機いわゆるオルタネータであって、フロントハウジング1とこのフロントハウジング1の後端開口に接合されて内部空間Sを閉成するリアハウジング2とからなるハウジングを有し、フロントハウジング1及びリアハウジング2には軸受30により駆動軸3が回転自在に支承されている。

【0032】リアハウジング2の周壁内面には円筒状の電機子鉄心4が嵌入、固定されており、電機子鉄心4には電機子コイル5が巻装されている。駆動軸3には2個の半界磁鉄心6a、6bを軸方向に密着してなる界磁鉄心6が一体回転可能に嵌装されており、界磁鉄心6には界磁コイル7が嵌装されている。

【0033】なお、界磁鉄心6の後述する爪形磁極部（以下、爪部ともいう）63の間の空隙には永久磁石（図3、図4参照）69が介設されているが、図1ではその図示は省略されている。駆動軸3のフロントハウジング1の前端部外には車両用エンジン（図示せず）により駆動されるプーリ31が嵌装されており、爪形磁極付きの界磁鉄心6の両端柱部62には冷却ファン8が固定されている。

【0034】リアハウジング2の後端面を囲包して樹脂カバー9がリアハウジング2に固定され、リヤカバー9の内には界磁コイル7に界磁電流を給電するブラシ91が設けられ、駆動軸3にはこのブラシ91に接触してスリップリング92が嵌装されている。また、リヤカバー9内には、界磁電流制御により出力を調整する電圧調整器93及び電機子コイル5からの出力電圧を三相全波整流する整流器94が配設されている。

【0035】このオルタネータでは、従来と同様に、駆動軸3の回転と界磁コイル7への界磁電流の通電により電機子コイル5に三相交流電圧が生じ、それを整流装置94により整流するとともに、電圧調整器93により界磁電流を制御して発電電圧を調節している。半界磁鉄心6a、6bの詳細を図2～図4を参照して説明する。

【0036】ただし、図2は半界磁鉄心6aの軸方向矢視側面図を示し、図3は界磁鉄心6の正面図で示し、図4は半界磁鉄心6a、6bの外周面の展開図を示す。半

界磁鉄心6a、6bはそれぞれ、電機子鉄心4の内側に位置して駆動軸3の中央部に嵌着される円筒状の基筒部61と、基筒部61の両端からそれぞれ放射方向に延在する端柱部62と、両端柱部62の先端部から互いに向かい合うように軸方向に延びる各同数（本実施例では8個づつ）の爪部（本発明でいう爪形磁極）63とからなり、半界磁鉄心6aの基筒部61の右端面と半界磁鉄心6bの基筒部61の左端面とは接合されている。界磁コイル7は基筒部61、61に巻装され、爪部63は界磁コイル7を囲包している。各爪部63は、両端柱部62から周方向へ所定間隔を隔てて交互に位置し、かつ、それぞれ軸方向へ次第に先細形状となっている。

【0037】爪部63の形状を詳細に説明する。各爪部63は、部分円筒面である外周側の面63aと、部分円錐面からなる内周側の面63bと、ほぼ径方向に延在する平面からなる両側面63c、63dと、軸方向と直角方向に延在する平面からなる先端面63eとからなり、端柱部62の互いに対向する側端面の外周部から軸方向へ延設されている。ただし、互いに対向する両側面63c、63dは外径方向へいくにしたがい、僅かに周方向長が減少するように形成されており、これにより両側面63c、63d間の間隙に收容される永久磁石69は遠心方向へ離脱しないように爪部63により支持されるようになっている。

【0038】次に、本実施例の要部である爪部63の各部寸法を示す。まず、軸心から爪部63の外周側の面63aまでの距離からなる界磁鉄心6の外径（直径）Dは80mmとした。左向きの爪部63の先端から右向きの爪部63の先端までの軸方向の距離Aは26mmとした。図1からわかるように、電機子鉄心4の軸方向長 $L_x$ （図4参照）は距離Aの5%増しとされており、この電機子鉄心4の内周面にエアギャップ（図示せず）を介して対向する各爪部63の外周側の面63aが有効な磁極面となる。なお、図2に示すように、爪部63の外周側の面63a上において（外径Dの位置において）、爪部63の根本側の周方向長 $L_1$ がその全周に占める割合を100%とし、爪部63の先端の周方向長 $L_2$ がその全周に占める割合を32%としている。

【0039】爪部63の内周側の面63b上において、爪部63の先端の直径 $D_1$ は76mmとし、爪部63の根元の直径 $D_2$ は60mmとしている。爪部63の内周側の面63b上で、爪部63の根本の周方向長 $L_3$ がその全周に占める割合を80%とし、爪部63の先端の周方向長 $L_4$ がその全周に占める割合を32%としている。

【0040】これにより爪部63の形状が決定される。次に、永久磁石69について説明する。永久磁石69は、図4に示すように、爪部63が嵌合する溝部69aを有する円筒形状に形成され、溝部69aの表面は爪部63の両側面63c、63d及び先端面63eに接着さ

れている。永久磁石69は、フェライト粉末を含有する焼結磁石からなり、永久磁石69の外周側の面69aは爪部63の外周側の面63aとともに円筒面を形成している。永久磁石69の内径は60mmとされている。

【0041】この実施例では、左側の半界磁鉄心6aの爪部63がN極となり、右側の半界磁鉄心6bの爪部63がS極となるので、左側の半界磁鉄心6aの爪部63に接する永久磁石69の溝部表面がN極に磁化され、右側の半界磁鉄心6aの爪部63に接する永久磁石69の溝部表面がS極に予め磁化されて、隣接する爪部63、63間の漏れ磁束 $\Phi_L$ が低減される。永久磁石69は、TDK株式会社のFB-5H相当の異方性フェライト焼結磁石からなり、残留磁束は0.4テスラ（20℃）、保持力は300kA/m（20℃）であった。

【0042】磁石の起磁力は、磁石の残留磁束密度に比例するが、残留磁束密度と保磁力とは比例関係にあるため、磁石の起磁力を設定するには、残留磁束密度であっても保磁力であっても良い。従って、他の同等以上の残留磁束密度または保磁力の性能をもつ永久磁石により、永久磁石69を構成することは可能である。その他の諸元を説明する。

【0043】駆動軸3の直径は15mm、円筒状の電機子鉄心4の外径は96mm、内径は80.6mm、そのスロット深さは5mm、スロット幅は12極で3.0mmとし、スロット数は界磁鉄心の3倍とし、スロット数に応じてスロット幅は比例変化させている。電機子コイルは3相スター接続されている。界磁鉄心6の基筒部61の外径は38mm、界磁鉄心6の軸方向全長は46mmとした。

【0044】界磁鉄心6は軟鉄からなり、励磁電流は4A、励磁力は1572ATとした。上記のように構成した界磁鉄心6を有する車両用交流発電機において、界磁鉄心6の外径Dを種々変更し、それにともない各部寸法を比例変化させた各モデルそれぞれについて、爪部63の個数（極数）を変更した場合の最大出力電流の変化を図5に点線で示す。なお、実線は、上記各モデルと同じ形状の従来モデル（永久磁石69無し）の最大出力電流を示す。

【0045】なお、極数を変更すると立ち上がり回転数（有効出力電流が生じる回転数）が変化するので、電機子コイル7の巻回数の調節（コイル断面積の調節）により、図5の各特性線は全て1000rpmにて出力電流が立ち上がる（14.5Vのバッテリーを充電し始める）ように設計してある。図5から、以下のことが分かる。

【0046】まず第一に、爪部（本発明でいう爪形磁極）63の間の間隙に永久磁石69を介設することにより、隣接する爪部63間の漏れ磁束 $\Phi_L$ が大幅に低減でき、その分又はそれ以上に各爪部63の外周側の面63aから電機子コイル7側へ放出される有効磁束量が増加し、その分、最大出力電流が増大する。第二に、従来の

永久磁石無しのランデル型回転子では径の変更に問わず、極数／外径 $D$ （界磁鉄心の外径）からなる極数／外径比率が $1.2 \sim 1.4 \times 10^{-1}$ （ $1/\text{mm}$ ）の範囲で最大出力電流が得られるものの、本実施例の永久磁石 69 を有するランデル型回転子では、極数／外径比率が $1.6 \sim 2.0 \times 10^{-1}$ （ $1/\text{mm}$ ）の範囲で最大出力電流が得られることがわかる。範囲を $1.7 \sim 1.9 \times 10^{-1}$ （ $1/\text{m}$ ）にすると更に好ましい。

【0047】すなわち、永久磁石 69 を介設するということは、実質的に爪部 63 間の間隙長が増大するのに等しいと考えることができるので、実質的な爪部 63 間の間隙長は従来と同じとしたままその分だけ爪部 63 の数（極数）を増加することができ、出力電流を増加することができる。もちろん、本実施例でも極数を増加し過ぎると、漏れ磁束 $\Phi$ が増加して却って最大出力電流が低下してしまう。図 5 中に本実施例の発電機で、永久磁石の残留磁束密度を $0.25$ テスラ（ $20^\circ\text{C}$ ）に設定した場合の極数を変更した場合の最大出力電流の変化を一点鎖線で示す。図 5 より、極数／外径の比率が約 $1.6$ で最大出力電流が得られることがわかる。

【0048】一方、磁石の残留磁束密度を $0.45$ テスラ以上に設定した場合、有効磁束の増加により、磁極が飽和してしまい、最大出力電流は増加せず、極数／外径の比率は、 $0.4$ テスラの場合とほぼ同等の値となる。永久磁石を介設した場合、磁石無しの場合の爪状磁極間の磁束密度が約 $0.1 \sim 0.2$ テスラであるので、これを上回る $0.25$ テスラ以上の永久磁石が適している。その場合の極数／外径比率は、 $0.25$ テスラでの最大出力のピーク点である $1.6 \times 10^{-1}$ （ $1/\text{mm}$ ）から、磁束の飽和が生じる $0.45$ テスラ以上で最大値近傍の大きな出力電流が得られる $2.0 \times 10^{-1}$ （ $1/\text{m}$ ）の範囲が好ましい。

【0049】なお、残留磁束密度は $0.25$ テスラ（ $20^\circ\text{C}$ ）以上であればよいので、安価なフェライト磁石により容易に達成することができる。さらに、このフェライト磁石は高温で減磁することがないため、高品質な発電機を提供できる。したがって、永久磁石（上記した永久磁石 69 又はそれと同等品）を介設した場合、上記した極数／外径比率が $1.6 \sim 2.0 \times 10^{-1}$ （ $1/\text{m}$ ）の範囲で最大値近傍の出力電流が得られる。

【0050】もちろん希土類磁石などを用いて構成することもできるが、その場合には、製造費用が格段に増大し、実用性が下がるが、残留磁束密度が $0.25$ テスラ以上（ $20^\circ\text{C}$ ）のものであれば、フェライト以外のものでもよい。また、永久磁石 69 は爪部 63 の側面 63c、63d の全部を囲覆する必要はなく、少なくともその $60\%$ 以上を囲覆した場合でも上記極数／外径比率が $1.6 \sim 2.0 \times 10^{-1}$ （ $1/\text{mm}$ ）の範囲で最大出力電流が得られた。

【0051】更に、永久磁石は図 6 及び図 7 に示すように、複数の棒状磁石 691 を用い、樹脂からなる樹脂性保持部材 70 中に埋設して、全体的に冠形状として、爪部 63 間に嵌合するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の界磁回転型回転電機の一実施例を示す断面図、

【図 2】半界磁鉄心 6a の軸方向矢視側面図である。

【図 3】界磁鉄心 6 の正面図である。

【図 4】半界磁鉄心 6a、6b の外周面の展開図である。

【図 5】本実施例品と従来品とにおいて、極数／外径比率と最大出力電流との関係を示す特性図である。

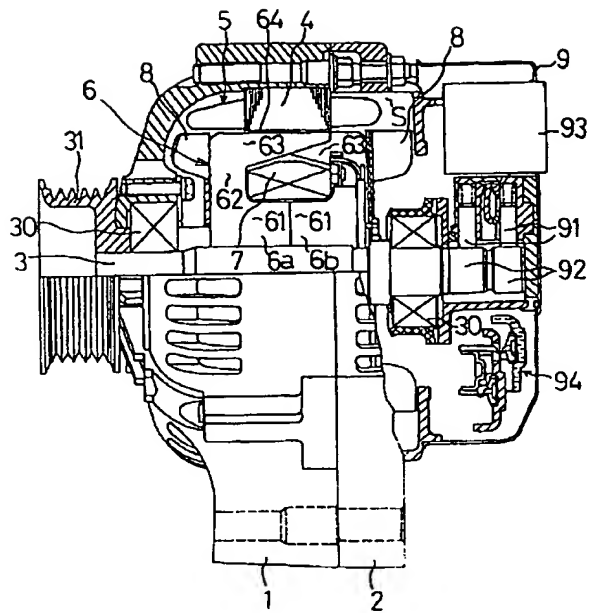
【図 6】永久磁石の他の保持方法を示す要部断面図である。

【図 7】樹脂性保持部材 70 の斜視図である。

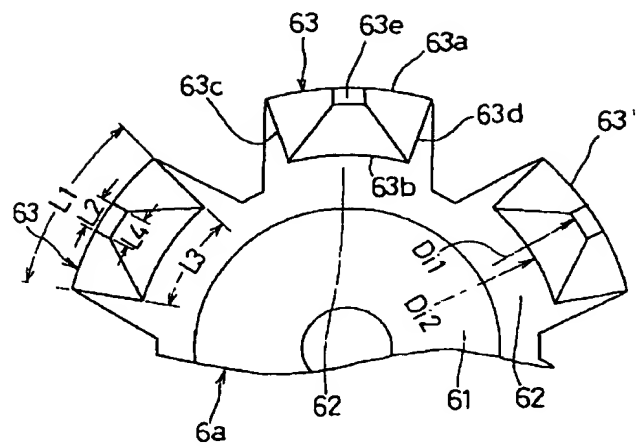
【符号の説明】

- 1 ハウジング
- 2 ハウジング
- 3 駆動軸
- 4 電機子鉄心
- 5 電機子コイル
- 6 爪形磁極付きの界磁鉄心
- 7 界磁コイル
- 61 基筒部
- 62 端柱部
- 63 爪部（爪形磁極）
- 69 永久磁石
- 691 永久磁石
- 70 樹脂性保持部材
- G 空間

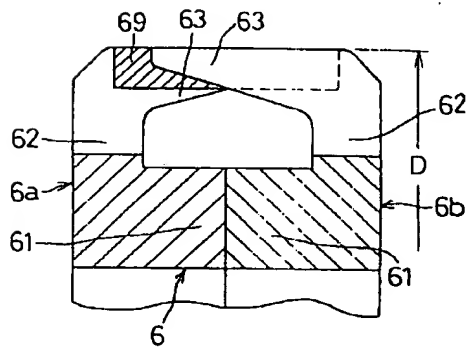
【図 1】



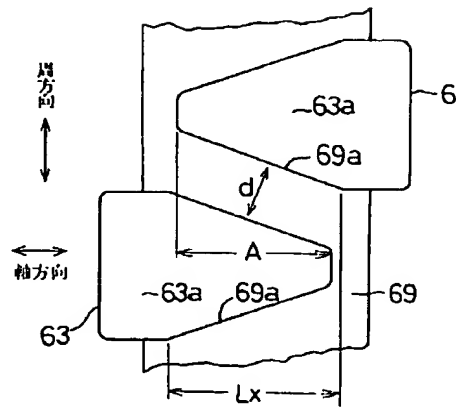
【図 2】



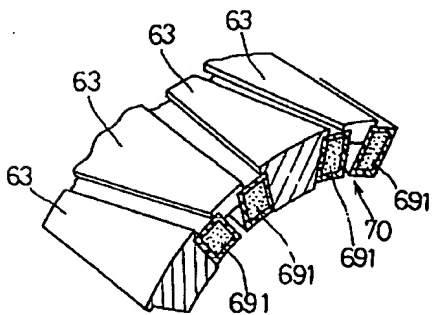
【図 3】



【図 4】

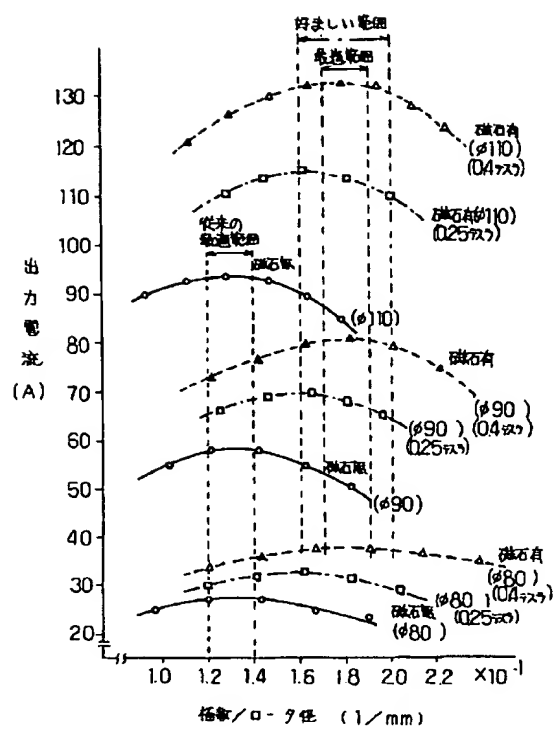


【図 6】





【図 5】



【図 7】

